

Certificación ISO 9001:2008: Impacto en el Proceso de Ingeniería de Requerimientos

Mariana Cecilia Arruzazabala¹, Gladys Dapozo¹, Pablo Thomas²

¹ Departamento de Informática. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura Universidad Nacional del Nordeste, Av.Libertad 5450, 3400, Corrientes, Argentina
arruzazabala@gmail.com, gndapozo@exa.unne.edu.ar

² Instituto de Investigación en Informática LIDI - Facultad de Informática. Universidad Nacional de La Plata, Calles 50 y 120, La Plata, Buenos Aires, Argentina
pthomas@lidi.info.unlp.edu.ar

Resumen. En el marco de la industria del software en la Argentina la certificación de la calidad de software contribuye a la competitividad del sector productivo. La Ingeniería de Requerimientos (IR) es una parte fundamental del proceso de desarrollo de software, dado que pobres prácticas en esta etapa afectan significativamente el éxito de un proyecto. En este contexto, interesa analizar en qué medida la norma ISO 9001:2008 considera las buenas prácticas de IR. En este trabajo se realiza una evaluación de proceso de IR antes y después de la certificación de la mencionada norma de calidad en las empresas del Polo IT Corrientes. Se muestra que la norma mejora el proceso de IR en ciertas áreas, pero no en todas. Los resultados obtenidos contribuirán a la definición de procesos de IR que cumplan los requisitos de la norma ISO 9001:2008 y aseguren niveles altos de madurez de IR.

Palabras Clave: Ingeniería de Requerimientos. Certificación de Calidad. Madurez en la Ingeniería de Requerimientos. ISO 9001:2008.

1 Introducción

En el marco de la joven y dinámica industria del software en la Argentina, se promueve la certificación de calidad en el proceso de desarrollo de software como una forma de contribuir a incrementar la competitividad del sector productivo [1]. Existe la Ley 25.922 de Promoción de la Industria del Software que otorga beneficios impositivos a quienes la aplican, y tiene entre sus requisitos la certificación de calidad [2]. Entre las normas aplicables por esta Ley se encuentran las que certifican procesos CMM, CMMI, ISO 9001, ISO/IEC 90003, IRAM 17601 (CMMI - SEI), ISO/IEC 15504, y la que certifica productos ISO/IEC 9126 [3].

Particularmente en la ciudad de Corrientes, Argentina, existe la experiencia del Polo IT Corrientes, cuyas empresas realizaron un proceso de implementación de la norma ISO 9001:2008 durante 12 meses [4].

Dentro de los procesos de desarrollo de software, la Ingeniería de Requerimientos (IR) es particularmente crítica debido a que los errores que se presentan en esta etapa

originan inevitablemente problemas posteriores que afectan a todo el ciclo de vida del software [5] [6].

En los últimos años el ritmo de desarrollo de los productos se ha acelerado drásticamente, el cambio tecnológico y la rotación de personal han impactado en los niveles de experiencia de los profesionales, y el outsourcing y offshoring han cambiado el ciclo de vida del producto. Debido a esto las especificaciones de requerimientos deben ser precisas y detalladas [7]. Adicionalmente, se sabe que los requerimientos deficientes son la principal causa de fracaso de los proyectos de software [8]; y cuanto más tarde se descubre un error introducido en la etapa de requerimientos, mayor será el costo de su reparación [9].

Por todo lo expuesto, se considera relevante analizar el impacto que la certificación de la norma ISO 9001:2008 tuvo en las prácticas de IR, para lo cual se analiza el caso de las empresas del Polo IT Corrientes que certificaron dicha norma.

El plan de tareas ejecutado para cumplir las expectativas planteadas se puede resumir en las acciones siguientes:

- ♣ análisis comparativo de modelos de evaluación de procesos de IR (capítulo 2);
- ♣ elaboración de un resumen de las características del modelo Uni-REPM (capítulo 3);
- ♣ confección y ejecución de encuestas de caracterización de empresas para obtener el contexto de la investigación (capítulo 4);
- ♣ aplicación del modelo Uni-REPM (capítulo 5);
- ♣ análisis de los resultados (capítulo 6);
- ♣ conclusiones y trabajos futuros (capítulo 7).

2 Análisis comparativo de modelos de evaluación de procesos de IR

Para encontrar el modelo que mejor se adecúe a la evaluación de la madurez del proceso de IR se realizó una investigación documental exploratoria vinculada a los conceptos de IR. Los criterios de búsqueda privilegiaron los términos “Requirements Engineering Process Maturity Models”, “Requirements Engineering Process Maturity”, entre otros relacionados. La selección de artículos se orientó a modelos específicos de IR, y que además ofrecieran una metodología de evaluación del proceso de IR.

Los modelos estudiados fueron: REGPG, R-CMM y R-CMMi, REPM, MDREPM, Uni-REPM. El análisis comparativo resultante de dichos modelos se detalla en [10].

El resultado más importante del análisis fue la selección de Uni-REPM como modelo de referencia, por los siguientes motivos:

- ♣ *Evalúa proyectos*, esto constituye una ventaja para el estudio a realizar, dado que se tomarán proyectos de referencia para evaluar el proceso de IR en cada uno de ellos, antes y después del proceso de certificación de calidad.
- ♣ *Unifica prácticas* de IR para desarrollo a medida y desarrollo orientado al mercado, y las empresas a evaluar presentan desarrollos de ambos tipos.

- ▲ Presenta *facilidad de evaluar y calificar*, es sencillo llevar adelante un proceso de evaluación a través de una lista de verificación que otorga el modelo, y el proceso de calificación es simple.

3 Uni-REPM (Unified Requirements Engineering Process Maturity Model)

Uni-REPM es un modelo que evalúa la madurez del proceso de IR de un proyecto a través de un conjunto de buenas prácticas [11]□. La evaluación consiste en mapear las actividades ideales con el trabajo real de una organización.

Las actividades del modelo se dividen en 7 áreas: Apoyo de la Organización, Proceso de Gestión de Requerimientos, Elicitación de Requerimientos, Análisis de Requerimientos, Planificación de la Entrega, Especificación de Requerimientos y Documentación, y Validación de Requerimientos.

Cada área tiene subáreas, y cada subárea tiene acciones, que son las unidades más pequeñas de evaluación. Una acción, al ser evaluada, puede tener tres posibles estados: completa, incompleta o inaplicable. Una acción completa significa que la organización la tiene implementada, una acción incompleta significa que corresponde que la organización la implemente pero no lo hace, y una acción inaplicable es aquella que no corresponde ser evaluada en el marco de una organización específica, porque no es una actividad esencial en el negocio. En este último caso, por ejemplo, si sólo se desarrolla productos a medida, no correspondería evaluar las acciones propias de productos orientados al mercado. Se debe prestar especial atención con la asignación del valor 'inaplicable' a las acciones, ya que se podría sesgar el resultado si se la usa inapropiadamente.

El modelo propone tres niveles de madurez como resultado de la evaluación: 1-Básico, 2-Intermedio, y 3-Avanzado. El objetivo del primer nivel es asegurar que se definen procesos, y que éstos son aplicados por la organización, los stakeholders relevantes son involucrados en la elicitación, los requerimientos se analizan en profundidad, y se predefinen documentos estándares. El nivel Intermedio trata diferentes perspectivas y está dirigido por las estrategias de producto/objetivos, las funciones y responsabilidades están bien definidas y documentadas, las solicitudes de cambio se gestionan consistentemente a lo largo de todo el proyecto y la selección de requerimientos se realiza de manera sistemática. El nivel Avanzado representa el proceso de IR con mayor madurez, la mejora de proceso se ve en la forma avanzada de obtener los requerimientos, en asegurar su calidad, mantener las comunicaciones y la comprensión común entre los diferentes stakeholders, y evaluar proactivamente el proceso de toma de decisiones.

Para acceder a un nivel de madurez determinado se deben cumplir todas las acciones asociadas a dicho nivel, más las acciones de los niveles anteriores. Para un análisis más profundo se pueden analizar los niveles de madurez por área y subárea, en cuyo caso un área o subárea llegaría a un determinado nivel si se cumplen todas las acciones de ese nivel más el del nivel inmediato anterior. No todas las subáreas tienen acciones de los tres niveles, existen subáreas cuyas acciones tienen como mínimo nivel dos, y subáreas cuyas acciones tienen como máximo nivel dos, por lo que se

puede dar el caso de que un área determinada llegue a nivel tres, pero en una de sus subáreas se alcanzó el nivel dos, ya que éste es el nivel máximo del subárea.

La creación de este modelo se basó en una revisión de literatura de los modelos REPM, CMMI e ISO 9000-TickIT y en una revisión sistemática de investigaciones de prácticas de IR orientadas al mercado. El modelo Uni-REPM fue validado en el contexto académico e industrial [12] [13].

4 Contexto de la investigación

El Polo IT Corrientes se conforma de nueve empresas, ocho de las cuales fueron parte del proceso de implementación de la norma ISO 9001:2008. De esas ocho empresas, seis certificaron procesos que comprenden a la IR, lo cual se puede constatar en el sitio de IRAM, sección 'Certificación de Sistemas de Gestión', subsección 'Certificación IRAM-ISO 9001', buscando por el nombre de la empresa [14]; una de esas empresas no mantuvo el sistema de gestión de la calidad. La investigación abarcó a las cinco empresas que aún mantienen el sistema de gestión de la calidad.

Las entrevistas a dichas organizaciones fueron realizadas entre los meses de mayo y junio de 2012. En la mayoría de los casos quienes respondieron fueron los gerentes o directores de las empresas; sólo en un caso fue el responsable de análisis y diseño, y en otro el responsable de calidad, ambos son socios de la empresa, por lo que además de sus funciones, tienen conocimiento de información gerencial.

Cada entrevista constó de dos partes: una primera parte orientada a caracterizar a las empresas y seleccionar los proyectos a ser evaluados, y una segunda parte que consistió en aplicar la lista de verificación propuesta por Uni-REPM para evaluar la madurez del proceso de IR en los proyectos.

Todas las empresas son de Corrientes Capital, provincia de Corrientes, Argentina, e iniciaron sus operaciones entre el año 2000 y el 2008.

El principal servicio ofrecido por estas empresas es el desarrollo de software a medida, seguido por la implementación y puesta a punto de productos de software, y el soporte y asistencia de productos de software. También ofrecen actualización de productos de software y otros servicios relacionados, entre los que figuran capacitación, alojamiento de sitios web, y streaming de audio y video. Le sigue el desarrollo de productos de software (enlatados), servicios informáticos de valor agregado (consultorías), y en menor medida servicios brindados mediante el uso de software, y desarrollo de software embebido en equipos electrónicos.

En cuanto al rubro de productos, el 80% de las empresas se orienta al comercio, el 60% de las empresas ofrece soluciones para el sector público, un 40% lo hace para el sector primario, industria de la construcción, finanzas y seguros, transporte, comunicaciones e inmobiliarios; un 20% de las empresas cubre necesidades de software de la industria manufacturera, hotelería y restaurantes. Ninguna empresa manifestó cubrir el rubro educación. Todas cubren otros rubros no contemplados en las opciones de respuestas de la encuesta realizada, entre los que se encuentran los medios de comunicación, el sector de la salud, y otras empresas de servicios, como seguridad y náutica,

La cantidad promedio de empleados por empresa es de diez, de los cuales el 92% se encuentra trabajando en el lugar físico de la empresa, y un 8% a distancia. De ellos un 48% trabaja a tiempo completo y un 52% a tiempo parcial, dos empresas tienen la mayor parte del personal a tiempo completo, y tres tienen la mayor parte a tiempo parcial.

En cuanto al nivel de instrucción, los recursos humanos tienen en su mayoría un título universitario relacionado a los Sistemas de Información, los Licenciados en Sistemas representan el 30,77%, los Ingenieros en Sistemas son el 21,15%, le siguen con un 19,23% los Analistas de Sistemas o Programadores de Aplicaciones, 11,54% son Técnicos, 5,77% Diseñadores Gráficos, 5,77% estudiantes, y 5,77% corresponde a otro nivel de instrucción, relacionados a la administración, marketing, o área comercial de la empresa.

5 Aplicación del modelo Uni-REPM

Para la aplicación del modelo Uni-REPM se solicitó a las empresas que seleccionen dos proyectos de software, uno realizado antes de la certificación de la norma ISO 9001:2008, y otro ejecutado después de la aplicación de la mencionada norma.

El 60% de las empresas seleccionó un proyecto de desarrollo a medida y el 40% eligió un proyecto de adaptación de un producto propio existente, todas las empresas eligieron el mismo tipo de proyecto para el caso de precertificación y poscertificación. En cuanto al punto de partida para obtener los requerimientos del proyecto, en los proyectos precertificación fueron los requerimientos del cliente en un 100% y en los proyectos poscertificación fueron en un 60% los requerimientos del cliente, y en el 40% restante el punto de partida fue una combinación de los requerimientos del cliente con las posibilidades del mercado.

En relación al modelo de ciclo de vida aplicado a los proyectos, en los de precertificación se impuso el modelo incremental con un 60%, mientras que el 40% restante siguió un modelo en cascada. Los proyectos de poscertificación se llevaron adelante con un modelo de ciclo de vida incremental (40%), iterativo (40%) y en cascada (20%).

La duración de los proyectos fue de 1 a 18 meses, pero la diferencia entre los proyectos de precertificación y de poscertificación en una misma empresa estuvo entre los 0 y 6 meses. La cantidad de personas involucradas en los proyectos varió de 2 a 6 personas por proyecto.

En referencia a los roles del equipo de desarrollo, en los proyectos de precertificación todos contaban con desarrolladores y líder de proyecto, un 60% de los proyectos incluyó el rol de analista de sistemas o requerimientos, un 40% el rol de responsable de interfaz de usuario y tester, y un 20% contó con documentador y otros roles. Para los proyectos de poscertificación todos contaron con líder de proyecto, desarrollador, analista de sistemas o requerimientos, tester, y documentador; un 80% de los proyectos cubrió el rol de responsable de interfaz de usuario, y un 20% mencionó contar con otros roles, como implementador y capacitador.

Gestión de Proceso de Requerimientos	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Planificación del lanzamiento	N/A	N/A	N/A	N/A	0	1	N/A	N/A	0	0	0
Validación de Requerimientos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Al analizar los resultados por subáreas se puede observar que dentro del área 'Apoyo a la Organización', cuatro de las cinco empresas mejoraron las 'Acciones Generales'; la única que no mejoró obtuvo un nivel dos en ambos proyectos, que es el mayor nivel de esa subárea, lo que da cuenta que la única empresa que no mejoró era porque ya estaba en el nivel más alto antes de la certificación. Todas mejoraron la subárea 'Roles y Responsabilidades'. La subárea 'Estrategias' no aplicó en tres empresas, de las dos restantes una no alcanzó el nivel Básico en ambos proyectos y la otra alcanzó el nivel Avanzado luego de la certificación.

En cuanto al área de 'Documentación y Especificación de Requerimientos' todas mejoraron las 'Acciones Generales', dos mejoraron 'Entregas de Documentación', una de las que no mejoró obtuvo el mayor nivel en ambos proyectos, lo que indica que antes de la certificación se encontraba en el nivel más alto, y las otras dos empresas no alcanzaron el nivel dos o Intermedio en sus proyectos, que es el mínimo para esta subárea.

En el área 'Elicitación de Requerimientos', dos empresas mejoraron su nivel de madurez en las 'Acciones Generales', y una empresa mejoró en la 'Identificación de Stakeholders y fuentes de requerimientos', la subárea 'Consideración y conocimiento del dominio' no tuvo cambios de nivel.

En el área de 'Gestión de Proceso de Requerimientos', todas mejoraron las 'Acciones Generales', cuatro de las cinco empresas mejoraron la subárea de 'Comunicación y Negociación de Requerimientos', la única que no lo hizo obtuvo un nivel uno en ambos proyectos.

Tabla 2. Niveles por subárea.

Empresas		A		B		C		D		E	
Área	Subárea	PRE	POS								
Análisis de Requerimientos	Acciones Generales	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Análisis de Requerimientos	Problemas y análisis de soluciones	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Análisis de Requerimientos	Requerimientos de análisis de calidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apoyo de la Organización	Acciones Generales	0	2	0	2	2	2	1	3	0	2
Apoyo de la Organización	Estrategias	N/A	N/A	N/A	N/A	0	0	N/A	N/A	0	3
Apoyo de la Organización	Roles y Responsabilidades	0	1	0	1	0	3	0	3	0	3

Empresas		A		B		C		D		E	
Área	Subárea	PRE	POS								
Documentación y especificación de requerimientos	Acciones Generales	0	1	0	1	0	1	0	3	0	3
Documentación y especificación de requerimientos	Entregas de Documentación	0	2	0	0	0	3	3	3	0	0
Elicitación de Requerimientos	Acciones Generales	0	0	0	0	0	1	2	2	0	1
Elicitación de Requerimientos	Consideración y conocimiento del dominio	0	0	2	2	0	0	0	0	1	1
Elicitación de Requerimientos	Identificación de Stakeholder y fuentes de requerimientos	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1
Gestión de Proceso de Requerimientos	Acciones Generales	0	2	0	2	0	2	0	1	0	2
Gestión de Proceso de Requerimientos	Comunicación y Negociación de Requerimientos	1	3	1	3	1	1	1	3	1	3
Gestión de Proceso de Requerimientos	Gestión de la Configuración Política de	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Gestión de Proceso de Requerimientos	Trazabilidad de Requerimientos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Planificación del lanzamiento	Acciones Generales	N/A	N/A	N/A	N/A	0	0	N/A	N/A	0	0
Planificación del lanzamiento	Selección de Requerimientos	N/A	N/A	N/A	N/A	0	1	N/A	N/A	0	0
Validación de Requerimientos	Acciones Generales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Dos empresas mejoraron en la 'Gestión de la Configuración' y en la 'Política de Trazabilidad de Requerimientos', son las dos empresas que mejoraron su nivel de madurez en el área en cuestión. Esto indicaría que la norma ISO 9001:2008 contempla ciertas acciones de la 'Gestión de Proceso de Requerimientos', especialmente las que se encuentran incluidas en las 'Acciones Generales' y 'Comunicación y Negociación de Requerimientos'.

En cuanto al área 'Planificación del Lanzamiento', sólo una empresa, de las dos que aplicaron para la evaluación del área, mejoró su nivel en la subárea 'Selección de Requerimientos', la subárea 'Acciones Generales' no presentó mejoras de nivel.

Las subáreas pertenecientes a las áreas de 'Análisis de Requerimientos' y 'Validación de Requerimientos' no presentaron cambios.

En la Tabla 2 se presentan los niveles alcanzados por subárea del modelo Uni-REPM. Se resalta con fondo gris los cambios de nivel entre proyectos de una misma empresa, a fin de visualizar las subáreas que involucran.

7 Conclusiones y trabajos futuros

La norma ISO 9001:2008 implementada en las empresas de software del Polo IT Corrientes mejoró la madurez del proceso de IR en las áreas 'Apoyo de la Organización' y 'Documentación y Especificación de Requerimientos', y en las subáreas 'Acciones Generales' y 'Comunicación y Negociación de Requerimientos', ambas del área 'Gestión de Proceso de Requerimientos'.

Algunas empresas mejoraron las áreas 'Planificación del Lanzamiento', 'Elicitación de Requerimientos', y las subáreas 'Gestión de la Configuración' y 'Política de Trazabilidad de Requerimientos' del área 'Gestión de Proceso de Requerimientos'.

No se observaron mejoras en las áreas 'Análisis de Requerimientos' y 'Validación de Requerimientos'.

Como la norma ISO 9001:2008 es una norma genérica aplicable a todo tipo de organización, y cada organización define sus propios procesos, se considera conveniente diferenciar cuáles mejoras son consecuencia de la norma por ser un requisito de la norma, y cuáles mejoras se atribuyen a la norma por ser un requisito del proceso definido por la organización.

Como resultado del análisis precedente se plantean las siguientes hipótesis:

- ▲ La norma favorece la mejora de proceso en las áreas 'Apoyo de la Organización', 'Documentación y especificación de requerimientos', y de las subáreas 'Acciones Generales' y 'Comunicación y Negociación de Requerimientos', ambas del área 'Gestión de Proceso de Requerimientos'.
- ▲ La norma no favorece (al menos para los casos analizados) la mejora de proceso en las áreas 'Planificación del Lanzamiento', 'Elicitación de Requerimientos', 'Análisis de Requerimientos', 'Validación de Requerimientos' y en las subáreas 'Gestión de la Configuración' y 'Política de Trazabilidad de Requerimientos' del área 'Gestión de Proceso de Requerimientos', a menos que éstas prácticas se encuentren específicamente definidas en los procesos certificados por dicha norma.

Finalmente, es de destacar que a pesar de ser una norma genérica, la norma ISO 9001:2008 contribuye positivamente al proceso de desarrollo de software, y específicamente a la IR al menos parcialmente, en los casos estudiados.

Como trabajo futuro se propone realizar un análisis comparativo del modelo Uni-REPM y la norma ISO 9001:2008 para luego definir procesos de IR que cumplan los requisitos de la norma y alcancen los niveles de madurez que propone Uni-REPM.

Agradecimientos. A Tony Gorschek y Mikael Svahnberg por haber confiado y colaborado en todas las dudas presentadas respecto del modelo Uni-REPM.

8 Referencias

1. Cámara de Software y Servicios Informáticos - CESSI: Propuestas para el Plan de acción 2008-2011, http://www.cessi.org.ar/documentacion/PLAN-2008-2011_Documento_Principal_11.pdf, (2007).

2. Ley 25.922 - Ley de Promoción de la Industria del Software, www.mincyt.gob.ar/multimedia/archivo/archivos/ley_25922_3.pdf.
3. Secretaría de Industria Comercio y de la Pequeña y Mediana Empresa: Resolución 61/2005: Productores de Software y Servicios Informáticos, <http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/105000-109999/106061/norma.htm>, (2005).
4. Polo IT Corrientes: Pymes correntinas de Software y Servicios Informáticos certificaran en Calidad, <http://poloitcorrientes.com/noticia.php?i=05229>, (2009).
5. Sommerville, I.: *Software Engineering*. Addison-Wesley (2005).
6. Loucopoulos, P., Karakostas, V.: *System Requirements Engineering*. McGraw-Hill (1995).
7. Berenbach, B., Paulish, D.J., Kazmeier, J., Rudorfer, A.: *Software & Systems Requirements Engineering: In Practice*. McGraw-Hill Osborne Media (2009).
8. Hofmann, H.F., Lehner, F.: Requirements engineering as a success factor in software projects. *IEEE Software*. 18, 58-66 (2001).
9. Mizuno, Y.: Software Quality Improvement. *Computer*. 16, 66-72 (1983).
10. Arruzazabala, M., Dapozo, G., Thomas, P.: Análisis comparativo de modelos de evaluación de procesos de Ingeniería de Requerimientos, *II Jornadas de Investigación en Ingeniería del NEA y Países Limitrofes*, <http://www.fre.utn.edu.ar/IJCyT/clean/files/get/item/2186>, (2012).
11. Nguyen, T.T.L.: The creation of Uni-REPM A universal model for assessing requirements engineering process maturity, Blekinge Institute of Technology, (2010).
12. Svahnberg, M., Gorschek, T., Nguyen, T.T.L., Nguyen, M.: Uni-REPM: validated and improved. *Requirements Engineering - Springer London*. 17, 19 (2012).
13. Nguyen, M.: Empirical Evaluation of a Universal Requirements Engineering Process Maturity Model, Blekinge Institute of Technology, (2010).
14. IRAM: IRAM | Instituto Argentino de Normalización y Certificación, <http://www.iram.org.ar/seccion.php?ID=3&IDS=42>. Accedido el 10 de Mayo de 2012.